

Рецензия  
на бакалаврскую работу А.М. Штенниковой  
"Квантовая декогеренция в космологии"

Тема данной работы относится к одной из интереснейших проблем современной фундаментальной физики – проблеме обоснования квантовой теории. В рамках наиболее общепринятой интерпретации квантовой теории большую часть времени происходит унитарное развитие квантовой системы согласно уравнению Шредингера, но в момент измерения, т.е. взаимодействия квантовой системы с классическим прибором, унитарное развитие нарушается, а вместо него происходит редукция квантового состояния. Такой взгляд требует наличия прибора, не описываемого квантовым образом. Однако, возникает вопрос – а что если включить этот прибор в состав квантовой системы? В этом случае может возникнуть суперпозиция нескольких макроскопических различных состояний прибора – впервые этот вопрос поднял Эрвин Шредингер, предложив свой знаменитый парадокс с кошкой. Разрешая этот парадокс, можно рассматривать различные интерпретации квантовой теории. В частности, можно оставаться в рамках общепринятой интерпретации, заметив, что в реальности мы всегда имеем только ограниченные возможности наблюдения, а значит, можно считать, что мы имеем дело только с частью полной квантовой системы. Эта часть описывается уже не полной волновой функцией, а так называемой матрицей плотности, развивающейся уже не полностью унитарно. Важным, на мой взгляд, моментом в этом рассуждении является вопрос о том, оказывается ли не принятая к наблюдению часть полной системы неконтролируемой по "техническим" причинам (например – слишком много степеней свободы), или неконтролируемой принципиально, например – из-за сложной причинной структура пространства-времени, не позволяющей получать информацию от каких-то степеней свободы.

В рецензируемой бакалаврской работе исследуется именно такой подход, причем с неконтролируемыми принципиально степенями свободы. Задача рассматривается в космологических рамках, где она наиболее актуальна, поскольку именно при рассмотрении вселенной недалеко от момента Большого взрыва все ее содержимое описывается квантовыми законами и нет возможности выделить классический прибор. Для исследования выбран период инфляции, причем (по-видимому – для упрощения задачи) берется не слишком реалистическая степенная инфляция. Рассматривается уравнение Уилера-Девитта (уравнение Шредингера для рассматриваемого случая) для малых возмущений метрики на фоне фридмановской симметрии. Поскольку из-за наличия космологического горизонта часть степеней свободы в определенном смысле становится ненаблюдаемой, коротковолновые степени свободы оказываются той самой частью полной квантовой системы, развитие которой уже не полностью унитарно. Проведенный расчет показал, что с течением времени коротковолновая матрица плотности становится диагональной, что свидетельствует о том, что действительно происходит правильная редукция квантового состояния.

Работа написана достаточно понятным языком, хотя и не полностью свободна от опечаток в формулах в обзорной части работы. Присутствует также досадная опечатка при изложении результатов: перед рисунками сказано, что это графики длинноволновой части матрицы плотности, в то время как имеется в виду коротковолновая часть, что правильно указано в Заключение. В целом работа производит хорошее впечатление и безусловно заслуживает оценки "отлично".

Кандидат физико-математических наук



М. В. Комарова